

水溶性犠牲層溶解法で作製した自立スーパーDLC 薄膜へのレーザ照射

Laser Irradiation to Self-Standing Super-DLC Film

Prepared by Water-Soluble Sacrificial Layer Dissolution

○針谷 達¹, 宮本 優¹, 山野 将史¹, 須田 善行¹, 滝川 浩史¹, 河野 剛士¹, 神谷 雅男², 瀧 真³, 長谷川 祐史³, 辻 信広³, 西内 満美子⁴, 榎 泰直⁴, 近藤 公伯⁴, 金子 智⁵

(1. 豊橋技科大, 2. 伊藤光学, 3. オンワード技研, 4. 原子力機構, 5. 神奈川産技センター)

○Toru Harigai¹, Yu Miyamoto¹, Masafumi Yamano¹, Yoshiyuki Suda¹, Hirofumi Takikawa¹, Takeshi Kawano¹, Masao Kamiya², Makoto Taki³, Yushi Hasegawa³, Nobuhiro Tsuji³, Mamiko Nishiuchi⁴, Hironao Sakaki⁴, Kiminori Kondo⁴, Satoru Kaneko⁵

(1.Toyohashi Univ. Technol., 2.Itoh Opt. Ind. Co., Ltd., 3.Onward Ceram. Coat. Co., Ltd.,

4.JAEA, 5.Kanagawa Ind. Technol. Center)

E-mail: harigai@ee.tut.ac.jp

1. はじめに

レーザ駆動型イオン加速法では, 薄膜ターゲットに対して高強度レーザ (集光強度 10^{22} W/cm², J-KAREN@JAEA) を照射し, 高エネルギーイオンを得る¹⁾。同方法で重粒子線を得るには, 炭素原子のみから成る薄膜材料が必要であり, ダイヤモンドライクカーボン (DLC: Diamond-like carbon)²⁾は最有力候補である。アモルファス膜である DLC 薄膜は, 炭素イオン照射により基板上に形成する。薄膜ターゲットとするには, DLC 薄膜を基板から離膜し自立化させる必要がある。また, 自立 DLC 薄膜には, 照射したレーザを貫通させないレーザ照射耐性が要求される。本研究では, 犠牲層溶解法により平坦な自立 DLC 薄膜を作製し, 自立薄膜のレーザ照射耐性を評価した。

2. 実験方法

犠牲層溶解法では, 基板と目的膜の間に形成した犠牲層を溶かし目的膜を基板から離膜する。本研究では, 水溶性のシルクフィブロイン (SF: Silk fibroin)³⁾を犠牲層とし, 犠牲層上にスーパーDLC (硬さ 40 GPa 以上) 薄膜を T 字状フィルタードアーク蒸着法²⁾により形成した。基板から離膜した DLC 薄膜を多孔基板上にすくい上げ, 自立化した。また比較対象として, 簡易カーボンコーターによりアモルファスカーボン (a-C: amorphous carbon) 膜を形成し, 自立 a-C 膜を作製した。

膜特性は顕微鏡観察やラマン分光法により評価した。自立 DLC 膜のレーザ照射耐性評価には, 波長 785 nm の半導体レーザを使用した。

3. 結果と考察

Fig. 1 に, SF 犠牲層上に形成した膜厚 T の異なる DLC 薄膜の光学顕微鏡像を示す。膜厚の薄い DLC 薄膜は平坦な膜であった (Fig. 1(a))。一方, 厚い DLC 薄膜には網目模様が観察された (Fig. 1(b))。網目模様は, SF と DLC の密着性が低いために, SF 膜が DLC の内部応力を支持できず, DLC 薄膜が歪み, 形成されたと考えられる。

Fig. 2 に, レーザ照射後の自立膜を示す。a-C

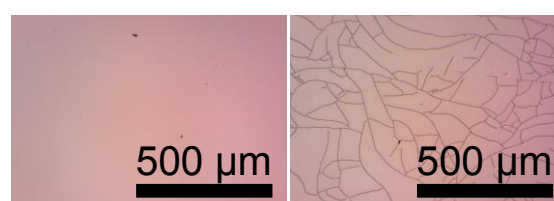
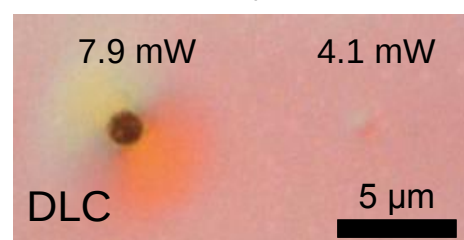
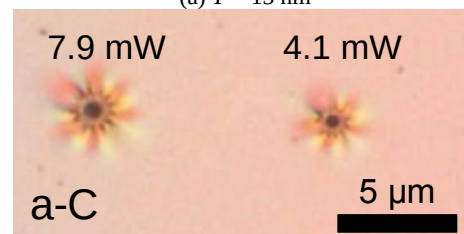


Fig. 1. Photographs of DLC films on glass substrates with silk fibroin sacrificial layer.



(a) $T = 15$ nm



(b) $T = 50$ nm

Fig. 2. Self-standing films after laser irradiation.

膜は照射出力 4.1 mW でレーザが貫通したが, DLC 膜は貫通せず, レーザ照射に対して耐性を示した。出力 7.9 mW では, a-C 膜の照射痕周辺のみ皺が確認された。自立 a-C 膜が軟らかいため, 皺が形成されたと考えられる。

レーザ照射耐性評価の結果は, 高い機械的硬さを持つスーパーDLC から成る自立膜が, より高いレーザ照射耐性を持つことを示し, 厚膜化により, 他の炭素自立膜以上に優れた炭素薄膜ターゲットとなる可能性を示唆した。

謝辞 本研究は, 科学研究費補助金および東海産業技術振興財団の支援を受けて行われた。

参考文献

- 1) M. Nishiuchi: J. Plasma Fusion Res., **88** (2012) 5.
- 2) H. Takikawa, et al.: Surf. Coat. Technol., **163** (2003) 368.
- 3) L. Koh, et al.: Adv. Prog Polym Sci., **46** (2015) 86.